

離岸堤周辺における津波来襲前後の沿岸漂砂量推定

東北大学大学院工学研究科 学生会員 ○森 文章
東北大学大学院工学研究科 正会員 三戸部 佑太
東北大学大学院工学研究科 フェロー 田中 仁

1. はじめに

2011 年 3 月 11 日に来襲した東日本大震災は東北地方を中心に甚大な被害を及ぼし、特に砂浜海岸が多い仙台海岸では津波により大きな地形変化をもたらした。大規模かつ急激な地形変化が原因により沿岸構造物が与える漂砂環境は津波来襲前後で変化していると考えられる。

津波や海岸構造物設置による海浜変形は数多く報告されている。例えば、Goto et al.¹⁾は 2004 年インド洋大地震の津波でキリンダ港における深浅測量データから浜の土砂堆積は浅海領域での底質土砂であり、この領域の海底地形は津波後約 1 年以内に回復したと報告している。しかし、津波後の汀線回復過程について港湾での調査が多く、離岸堤周辺に関する汀線回復過程の知見がほとんどない。漂砂環境の変化は海岸堤防等の海岸保全施設や新たな防災計画を整える上で問題となる。このような問題は今後の巨大地震に伴う津波の影響を受ける海岸においても対策が必要となる。

以上より、本研究では津波による離岸堤周辺の新たな海岸地形形成後の沿岸漂砂量の推定を行う。

2. 研究対象と解析手法

2.1 仙台荒浜海岸

本研究では宮城県仙台市に位置する仙台荒浜海岸を対象とする(図-1 参照)。この海岸には 6 基の離岸堤が設置されており、離岸堤背後では土砂が堆積し、トンボロが形成されている。また、仙台海岸全域において沿岸漂砂の卓越方向は北向きであり、離岸堤より南側で土砂が堆積し、北側で浸食される傾向にある。

森ら²⁾は津波来襲前後の仙台荒浜海岸を対象として経験的固有関数法により、第一成分は岸沖漂砂の影響、第二成分は沿岸漂砂の影響を受けていることを報告している。また、沿岸漂砂に対しては津波来襲前後で漂砂環境が異なることに言及している。

2.2 海岸線変化モデル

土砂収支を把握するために海岸線変化モデルを用いた。海岸線変化モデルでは長期的な汀線変動成分である沿岸漂砂を加味し、海岸線位置の時間的変化を予測する手法であり、沿岸漂砂量算定式と漂砂の連続式に基づいて海岸線の変化を予測する。

沿岸漂砂量は砕波点における波のエネルギーフラックスの沿岸方向成分を考慮した CERC 式³⁾を用いる。

$$Q = K(Ec_g)_b \sin \alpha_{bs} \cos \alpha_{bs} \quad (1)$$

ここで、 K : 漂砂量係数、 E_b : 砕波点で波のエネルギーフラックス、 c_{gb} : 砕波点における波の群速度、 α_{bs} : 汀線に対する砕波角である。

2.3 計算条件

研究の海岸線変化モデル中では、差分計算における安定条件を満たすために時間ステップを 2 時間、空間ステップは 30m とした。モデルに用いる平均波浪の諸元は、2012 年 6 月から 2015 年 12 月までの波浪の諸元を各季節(3~5 月: 春期, 6~8 月: 夏期, 9~11 月: 秋期, 12~2 月: 冬期) 毎の平均値として算出した。各季節について決定した平均波浪の諸元を表-1 に示す。この波の諸元を用いて津波来襲前後で海岸線変化のシミュレーションを行う。

初期汀線は 2006 年 7 月と 2011 年 7 月の汀線を空中写真から抽出したものをを用いた。境界条件として、津波来襲前は閑上漁港防波堤により北向きに移動する沿岸漂砂が遮断されるため、名取川から供給される漂砂量 $Q=10000\text{m}^3/\text{year}$ を与えた。津波来襲後は $x=5500\text{m}$ 付近で

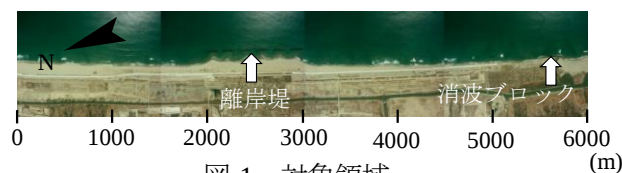


図-1 対象領域

キーワード ; 東日本大震災, 汀線, 離岸堤, 漂砂量

連絡先〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06 環境水理学研究室 Tel 022-795-4916 Fax 022-795-4916

消波ブロックが汀線より突出しているため、北向きに移動する漂砂量が遮断されているとみなし、漂砂量を $Q=0\text{m}^3/\text{year}$ として計算を行った。

漂砂量係数 K はキャリブレーションを行い、最適値を得ている。表-2 に津波来襲前後の最適値における平均二乗誤差を示す。津波来襲前の最適値は既往研究と同じ値になっている⁴⁾。

3. 解析結果

図-2 に初期汀線抽出時から1年後、3年後、5年後の沿岸漂砂量分布を示す。負の値が分布しているときは北向きに沿岸漂砂が移動しており、正の値が分布しているときは南向きに沿岸漂砂量が移動している。

津波来襲前について、対象領域ではほぼ全域で北向きに沿岸漂砂が移動している。離岸堤南側ではほぼ一様に漂砂が減少しており、離岸堤の漂砂補足効果がみてとれる。漂砂量の経年変化は安定している。

津波来襲後について、離岸堤より南側の $x=4500\sim 5500\text{m}$ では北向きに移動する漂砂量が増加し、 $x=3000\sim 4500\text{m}$ で離岸堤の補足効果により漂砂量が減少している。このことは、 $x=4500\sim 5500\text{m}$ で土砂が浸食し、その浸食された土砂が $x=3000\sim 4500\text{m}$ で堆積していることを意味する。離岸堤北側では流入してくる漂砂量が少ないため、津波来襲前と比べて北向きの漂砂移動量が少なくなっている。経年変化をみると、離岸堤南側で北向きの漂砂移動量が年々減少していることがわかる。このことから離岸堤南側では津波来襲後5年間で、いまだに平衡状態になっていないことが考えられる。

4. 結論

CERC 式を用いた数値解析により仙台荒浜海岸における沿岸漂砂量の推定を行った。津波来襲後の境界条件と

して、消波ブロックでの漂砂移動量を $0\text{m}^3/\text{year}$ としたとき、沿岸漂砂量は津波来襲前に比べて全体的に減少していた。また、離岸堤南側について、津波来襲前は土砂がほぼ一様に堆積していたのに対し、津波来襲後は土砂の浸食・堆積傾向の違いがはっきり表れていた。離岸堤北側では津波来襲後5年間でいまだに平衡状態になっていないことが示唆された。

謝辞：本研究に対して河川財団河川整備基金の補助を受けた。ここに記して深甚なる謝意を表する。

参考文献

1) Kazuhisa Goto, Jun Takahashi, Takayuki Oie, Fumihiko Imamura : Remarkable bathymetric change in the nearshore zone by the 2004 Indian Ocean tsunami, Kirinda Harbor, Sri Lanka, Geomorphology, Vol.127, pp.107-116, 2011.

2) 森文章, 三戸部佑太, 田中仁：離岸堤周辺における津波発生前後の漂砂環境変化, 土木学会論文集 B3(海洋開発), Vol.71, No.2, pp.I_647-I_652, 2015.

3) Coastal Engineering Research Center:Shore Protection Manual, U.S. Army Corps of Engineering, U. S. Government Printing Office, Vol.3, 1977.

4) 姜炫宇, 田中仁, 坂上毅：長期現地観測資料に基づく仙台海浜汀線変動特性・土砂収支の検討, 海岸工学論文集, Vol.51, pp. 536-540, 2004.

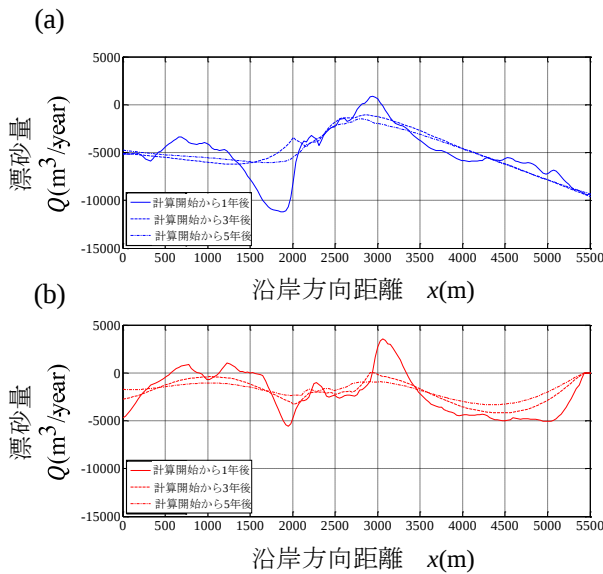


図-2 津波来襲前後の沿岸漂砂量
(a)津波来襲前, (b)津波来襲後

表-1 波浪諸元

	春 3～5月	夏 6～8月	秋 9～11月	冬 12～2月
波高(m)	0.87	0.82	0.91	0.66
周期(s)	7.78	7.75	8.53	8.8
波向き(°)	126.64	124.31	123.62	117.84

表-2 キャリブレーション結果

	津波来襲前	津波来襲後
漂砂量係数K	0.02	0.01
平均二乗誤差(m)	6.5	8.9